

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-076435

(43)Date of publication of application : 15.03.2002

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
H01S 5/323

(21)Application number : 2000-268274

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 05.09.2000

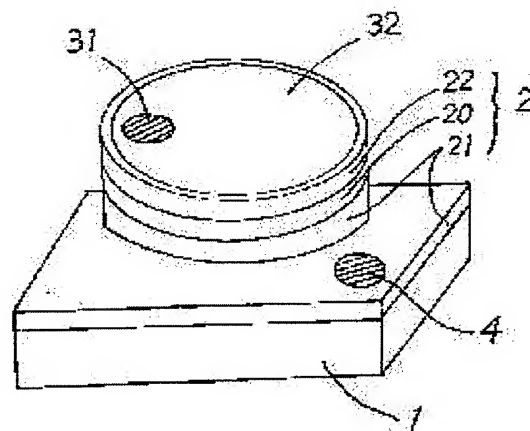
(72)Inventor : TADATOMO KAZUYUKI
OKAGAWA HIROAKI
SHIROICHI TAKAHIDE
OUCHI YOICHIRO
TSUNEKAWA TAKASHI

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light emitting element for remarkably improving external quantum efficiency by enhancing light extracting efficiency.

SOLUTION: A light emitting region 2 having a first conductivity semiconductor layer 21, a second conductivity semiconductor layer 22 and a light emitting layer 20 is provided on a substrate 1. The region 2 is etched into a circular shape as seen from an upper surface of the element in a depth on the way of the layer 21. Its end face becomes a convex-like curved surface to an outside by etching in a circular shape. thus, since reflection of an emitting light is reduced on the end face, the light extracting efficiency is improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-76435
(P2002-76435A)

(43) 公開日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマート* (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C 5 F 0 4 1

H 0 1 S 5/323

H 0 1 S 5/323

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-268274(P2000-268274)

(22) 出願日 平成12年9月5日 (2000.9.5)

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 只友 一行

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 岡川 広明

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 城市 隆秀

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

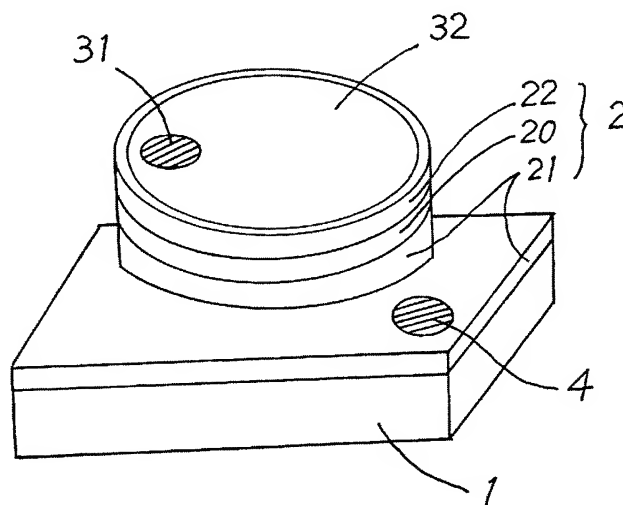
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 光取出し効率を高め、外部量子効率を格段に向上させた半導体発光素子を提供すること。

【解決手段】 基板1上に第一導電型の半導体層21、第二導電型の半導体層22、発光層20からなる発光領域2を設ける。この発光領域2は、第一導電型の半導体層21の途中までの深さで、前記発光領域2が素子の上面からみて円形になるようにエッチング加工されている。円形にエッチング加工されることで、その端面は外側に凸状の曲面となり、当該端面では発光光の反射が少なくなるため、光の取り出し効率が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、第一導電型の半導体層、発光層、第二導電型の半導体層からなる発光領域が少なくとも形成されている半導体発光素子において、前記発光領域が、その端面の少なくとも一部が外側に凸状を呈する曲面を含むようにエッチング加工されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】 上記半導体発光素子が矩形的素子であって、そのコーナー部において上記発光領域が外側に凸状の円弧形状にエッチング加工されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 3】 上記発光領域部分が、素子の上面から見て、円形状乃至は楕円形状とされていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 4】 半導体層及び／又は発光層が AlInGaN にて構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 5】 その端面の少なくとも一部が外側に凸状を呈する曲面を有する発光領域を基板上に独立して複数設けたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 6】 その端面の少なくとも一部が外側に凸状を呈する曲面を有する発光領域を基板上に独立状に設け、これに複数の発光領域を橋絡部にて相互に一体化したことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 7】 第二導電型の半導体層の表面に、ワイヤーボンディング用の電極と、この電極と電気的に接触し第二導電型の半導体層表面のほぼ全面に形成された透光性電流拡散電極とを設けたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【請求項 8】 上記エッチング加工により表出した素子表面を、発光領域から発せられた光が反射され得る表面としたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、化合物半導体発光素子に関し、特に光の取り出し効率を向上させた半導体発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 GaN 系化合物半導体を用いた青色発光ダイオード (LED) や紫外 LED、青～紫色半導体レーザー (LD) が開発され、これら発光素子と蛍光体を組み合わせた白色固体発光素子は、電球や蛍光灯等の真空管式照明光源を代替する新光源として期待されている。しかし、現在でもこれらの発光素子を照明用途に使うには更に素子の高出力化を達成する必要がある、そのための研究が種々なされている。

【0003】 ところで、上記した GaN 系化合物半導体は厚膜成長が基本的に難しいという特質がある。従っ

て、一般的な GaN 系化合物半導体発光素子においては、ワイヤーボンディング用のパッド電極から発光層までの距離が極めて短いものとならざるを得ず、他の材料系の半導体発光素子で行われているような電流拡散層を使つての発光の均一化 (発光層全面で均一に発光が起こるという意味での均一化) 手段は通常採用することが出来ない。このため、オーミック電極を光が透過する程度の薄膜とする所謂透明電極とし、該透明電極を素子の (p 型層の) ほぼ全表面に形成し発光層全面に電流が行き渡るようにすることで均一な発光を得る等の工夫がなされている。

【0004】 上記の透明電極の採用により、発光層全面が有効に活用され素子内部における発光量はいきおい増加することになる。また、併せて転位欠陥等を抑制することで、注入されるキャリアを高い割合でフォトンに変換させることが可能となり、その結果として内部量子効率を大幅に向上させることはできる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、光の取り出し効率の観点から当該素子構造をみた場合、様々な不都合が存在する。まず、透明電極による光の吸収の問題が挙げられる。即ち、透明電極の光の透過率は 50% 程度しか無く、また透明電極はほぼ全表面に形成されていることから、素子の鉛直 (表面) 方向から放出されるべき光の取り出し効率を悪化させる要因となっている。ところがこの問題は、透明電極によるキャリアの注入性の向上と表裏の関係にあるため、例えば透明電極の不使用等は抜本的な問題解決とはならない。

【0006】 また、一般的に面発光型発光ダイオード

(LED) の光取り出し効率を制限しているもう一つの大きな要因に、屈折率の関係で生成された光が外部に放出されず、素子内部に閉じ込められてしまう現象がある。即ち、発光素子を構成する結晶と周囲環境との屈折率差による全反射に起因するもので、素子の外部に取出される光は上記の屈折率差によって規定される全反射立体角内に進行する光に限られる (米津宏雄著、工学図書株式会社刊行、光通信素子工学 第4版 P.111-131)。従って、表面形状を球状に加工することが表面からの光取り出し効率を向上させるために有効であるとされている。しかし、GaN 系化合物半導体は厚膜成長が基本的に難しいという特質から、一般的な GaN 系化合物半導体発光素子においては、上部透明電極から発光層までの距離が極めて短いものとならざるを得ず、表面形状を球状に加工することは極めて困難である。

【0007】 上述の透明電極による光吸収の問題を解決する一つのアプローチとして、フリップチップ型と呼ばれる発光素子の実装方式がある。この実装方式は、電極を形成した素子面を下側にしてマウントして光を基板側から取り出すようにすることで電極による光の吸収を回避しようとする実装方式なのであるが、サファイア基板

側を球状に加工することで理論的には光取出しにも理想的な構造及び実装方式と言える。しかし、実装には相應の困難性が伴い、現状ではフリップチップ型にてリードフレームに発光素子を簡単に実装できるレベルには至っていない。

【0008】そこで本発明者らは上記以外の要因を種々検討した結果、一般的なGaN系化合物半導体発光素子においては、素子の鉛直（表面）方向からのみならず、水平（端面）方向からも光が放射されており、この放射成分もまた、光の取り出し効率を悪化させる要因である上記の全反射立体角の制限を受けていることを見出した。つまり図6に示すように、発光層のあるポイントxを発光点とする光は、素子の端面に対して垂直に近い角度で進行するものについては当該端面で極小の反射損失を受けるだけで外部に放出されるが、一定の限度を超えた斜角をもって端面へ進行したものにあっては、当該端面で反射されてしまい素子内に閉じ込められ、ついには熱となって消滅することになる。すなわち、発光点xにて発生した光のうち、所定角 θ をもって素子端面に進行した光pしか外部に取り出せないことになる。而して、内部量子効率を極限的に向上させたとしても、上述のような光取り出し効率を悪化させる要因を除去しない限り、結果として高出力化を図れないのである。

【0009】従って本発明は、光取出し効率を高め、外部量子効率を格段に向上させた半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体発光素子は、基板上に、第一導電型の半導体層、発光層、第二導電型の半導体層からなる発光領域が少なくとも形成されている半導体発光素子において、前記発光領域が、その端面の少なくとも一部が外側に凸状を呈する曲面を含むようにエッチング加工されていることを特徴とするものである。

【0011】上記半導体発光素子が矩形の素子の場合には、そのコーナー部において上記発光領域を外側に凸状の円弧形状にエッチング加工することができる。あるいは、発光領域部分が、素子の上面から見て、円形状乃至は楕円形状となるようにエッチング加工しても良い。

【0012】本発明においては、半導体層及び／又は発光層は、AlInGaNにて構成されていることが好ましい。また、好ましい電極構造は、第二導電型の半導体層の表面に、ワイヤーボンディング用のパッド電極と、この電極と電気的に接触し第二導電型の半導体層表面のほぼ全面を電気的にカバーする透光性電流拡散電極とを設ける構造である。さらに、上記エッチング加工により除去されて表出した素子表面を、発光領域から発せられた光が反射され得る表面とすることが好ましい。

【0013】

【作用】発光領域の端面が、その外側に凸状を呈する曲

面を含むようにエッチング加工することにより、当該端面における光の全反射角を拡大することができ、その分、光の取り出し効率を向上させることができる。即ち、図1に示すように、素子或いは発光領域の端面が曲面Rとされている場合、ある発光点xにて生成された光は曲面Rのどの部分においても垂直に近い角度で端面に進行することになる。従って、光が端面で反射される確率は低くなり大部分が外部へ放出されることから、結果として光の取り出し効率が良好となる。

10 【0014】

【発明の実施の態様】以下図面に基づいて、本発明の実施態様につき説明する。図2は本発明の一実施例を示しており、発光領域を円柱状に形成したものを例示している。図において、1は基板、21は第一導電型の半導体層、22は第二導電型の半導体層、20は発光層である。この場合、第一・第二導電型の半導体層21、22及び発光層20が発光領域2を形成する層であるが、本実施例では、第一導電型の半導体層21の途中までの深さで、前記発光領域2が素子の上面からみて円形になるようにエッチング加工されている。

20 【0015】そして、円形にエッチング加工された第二導電型の半導体層22の表面にはワイヤーボンディング用のパッド電極31と、該電極31と電気的に接触し第二導電型の半導体層22のエッジ部分を除いたほぼ表面全面を覆う透光性電流拡散電極32とが形成されている。また、上記エッチング加工により表出した第一導電型の半導体層21の表面には、もう一方のワイヤーボンディング用のパッド電極4が設けられている。透光性電流拡散電極は、金属薄膜で形成される透明電極でも良いし、櫛型電極構造であっても、更にその組み合わせであっても良い。

【0016】上記した基板1とは、各種の半導体結晶層を成長させるためのベースとなる基板であって、格子整合のためのバッファ層等も未だ形成されていない状態のものを言う。このような基板としては、サファイア（C面、A面、R面）、SiC（6H、4H、3C）、GaN、AlN、Si、スピネル、ZnO、GaAs、NGOなどを用いることができるが、発明の目的に対応するならばこのほかの材料を用いてもよい。なお、基板の面方位は特に限定されなく、更にジャスト基板でも良いしオフ角を付与した基板であっても良い。また、サファイア基板などに数 μm のGaN系半導体をエピタキシャル成長してある基板を用いても良い。

40 【0017】基板1上に成長される半導体層としては種々の半導体材料を用いることができ、AlXGa1-X-YInY（ $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ）ではx、yの組成比を変化させたGaN、Al_{0.2}Ga_{0.8}N、In_{0.4}Ga_{0.6}Nなどが例示できる。

50 【0018】図2に示す発光素子の場合、例えば基板1としてサファイアを、第一導電型の半導体層21とし

て $n\text{-AlGaInN}$ 、発光層 20 としてアンドープの GaInN を主成分とした多重量子井戸 (MQW) 構造、第二導電型の半導体層 22 として $p\text{-AlGaInN}$ をそれぞれ用いて素子を構成することができる。このように AlGaInN にて半導体層及び／又は発光層を構成すれば、高発光効率を有する紫外域から赤色近傍域までの発光素子を作製することができるという利点がある。

【0019】本発明にあつては、発光領域 2 の端面が、その外側に凸状を呈する曲面を含むように、エッチング加工により発光領域が形成されていることが必要である。図 2 に示す実施例では、発光領域部分を素子の上面からみて円形になるようエッチング加工することで、発光領域 2 の端面全体を、その外側に凸状を呈する曲面とした場合を示している。かかる実施態様ならば、端面における発光光の反射を可及的最小限に抑制できるので好ましい。この場合、完全な円形でなく楕円形としても良いことは勿論である。

【0020】上記のように端面全体を外側に凸状を呈する曲面とせずとも、部分的にそのような曲面を具備させるようなエッチング加工であっても良い。例えば図 3 に示すように、矩形の発光素子構造の場合に、そのコーナー部において発光領域の端面を外側に凸状の円弧形状にエッチング加工することにより形成した曲面 R とすることができる。この他、矩形の一边において発光領域の端面を外側に凸状の曲面とする、あるいは電極 4 と対向する端面部分を外側に凸状の曲面とする等の構成とすることもできる。

【0021】さらに図 4 に示すように、上面から見て楕円形状をした 2 つの発光領域部分 2 a、2 a を橋絡部分 2 b で一体化した如きエッチング加工や、図 5 に示すように、上面から見て円形状をした複数の発光領域部分 2 c、2 c … を同様に橋絡部分 2 b で一体化した如きエッチング加工とすることもできる。この場合、特に図 5 の態様にあつては、外側に凸状の曲面 R の端面表面積を、図 2 に示す実施例の場合に比べて増加させ得るので好ましい。

【0022】また、各々にワイヤボンディングが必要になるが、橋絡部分 2 b を取り除いた島状の複数の発光領域部分を設ける構造とすることも可能である。複数の独立した発光領域部分を有する構造では、同時に発光させることによって発光出力を発光領域の個数倍に増加させることができる。また、一個の発光領域の劣化あるいは故障時に発光領域を切り換えて使うこともできる。

【0023】本発明において行うエッチングの手段としては、塩素ガスを主成分とするプロセスガスを使った反応性イオンエッチング (RIE) などの方法を採用することができる。このようなエッチング手法により発光領域の端面を露出させるエッチング加工を行うのであるが、該加工は少なくとも発光層が、好ましくはほぼ垂直

に、あるいは下面が上面より広がる方向に傾斜して露出するような深さにまで行う。傾斜は、複数の発光領域を有し隣接した発光端面が存在する場合には、隣接端面からの発光を上部方向 (素子の鉛直方向) に反射する面として作用するので有効である。

【0024】図 2 に示す実施例では第一導電型の半導体層 21 の途中までの深さまでのエッチング除去に止めているが、このような加工は基板 1 がサファイアのように絶縁性のもので電極 4 を半導体層 21 に設けねばならない場合に好適である。而して、基板 1 として SiC あるいは GaN 等の導電性のものを用いる場合は、基板に至る深さにまでエッチング加工を施しても構わない。

【0025】第二導電型の半導体層 22 の表面に設ける電極構造の好ましい態様は、ワイヤーボンディング用のパッド電極と、この電極と電氣的に接触し第二導電型の半導体層表面のほぼ全面を電氣的にカバーする透光性電流拡散電極とからなる構造である。このような電極構造とすることで、発光層への電流の拡散性が良好となるからである。ここで拡散電極としては、透明電極や楕円形電極、或いはその組み合わせを用いることができる。

【0026】上記エッチング加工により除去されて表出した素子表面を、発光領域から発せられた光が反射され得る表面とすることが好ましい。図 2 で示した実施例の場合ならば、エッチング加工により表出した第一導電型の半導体層 21 の水平表面を、端面から発せられた光の反射面とするものである。この反射面の形成手法としては、エッチング加工自体を鏡面エッチングとしても良いし、反射構造物となる程度に表面を荒らしたエッチングで形成できる。この場合は表出した半導体層 21 のバンドギャップが端面から発せられた光の波長換算エネルギーより大きい事が望ましい。あるいは、誘電体多層膜や金属薄膜等を第一導電型の半導体層 21 の表出した水平表面に形成する等の方法が挙げられる。

【0027】

【実施例】以下、具体的な実施例について説明する。

【実施例 1】

(素子設計) 図 2 に記載の実施例の如き、ほぼ円柱型の発光領域を有する発光素子を設計した。ここで、一边が長さ L [μm] の正方形の発光素子を考え、 n 側パッド電極 4 の半径を R_1 [μm]、発光領域の半径を R_2 [μm]、 p 側パッド電極 31 の半径を R_3 とすると、 $R_3 < R_2$ 、 $2.41 \times (R_1 + R_2) < 1.41 \times L$ の関係が成立する。 $L = 350 \mu\text{m}$ 、 $R_1 = 60 \mu\text{m}$ とすると、 R_2 は最大で $145 \mu\text{m}$ となる。そこで、 $R_2 = 60 \mu\text{m}$ 、 $80 \mu\text{m}$ 、 $100 \mu\text{m}$ 、 $120 \mu\text{m}$ 、 $140 \mu\text{m}$ の 5 種類を設計し、フォトマスクを作製した。 R_3 は全て $55 \mu\text{m}$ とした。

【0028】(素子作製及び評価) c 面サファイア基板 (厚み $350 \mu\text{m}$) を、通常の横型常圧 MOVPE (有

機金属気相エピタキシャル成長)装置に装着し、水素気流中で1100℃まで昇温した。所定時間保持してサーマルエッチングを行なった後、450℃まで降温し、GaN低温バッファ層を成長した。続いて1000℃まで昇温し、500nmの無添加GaNを成長し、3500nmのSi添加GaNを成長した。発光層は3nmのInGaN井戸層(4層)と6nmのGaN障壁層を持ったMQW(多重量子井戸)構造とし、井戸層のIn組成は発光波長が465nmになる様に調整した。成長温度は700℃であり、無添加で成長した。再び1000℃まで昇温しMgを添加した50nmのAl_{0.2}Ga_{0.8}Nクラッド層を成長し、同じくMgを添加した100nmのGaNコンタクト層を更に成長した。結晶成長後、850℃に雰囲気温度が低下した時点で雰囲気ガスを窒素*

(R2:単位はμm、発光出力の単位はmW、但し20mA通電時)

R2	60	80	100	120	140	従来構造
発光出力	1.4	1.4	13.5	12.5	12	8

【0031】この様に、R2を小さくする方が発光出力は大きくなる傾向が見られた。これは、円形の曲率が小さくなる方が光取出し効率が向上する効果と、電流集中でキャリア密度が向上する効果と推定される。R2は60μmが最小値ではなく、パッド電極を発光領域外に配置することで更に小さくする事が可能である。

【0032】[実施例2]

(素子設計)図3に記載した如き発光素子構造(従来構造の発光領域の角部にR=20μmの曲率のRを付けた)を設計した。

(素子作製及び評価)実施例1と同じ層構造の結晶成長を行い、ランプ化まで行った。その結果、従来構造より約1割の発光出力の向上が見られた。

【0033】[実施例3]

(素子設計)図4に記載した2つの楕円型発光領域を備える発光素子を設計した。素子は一辺が350μm

(L)の正方形であり、n側パッド電極の半径R1を50μmとした。p側パッド電極は半径R2を50μmとし、発光領域は長軸長が300μm、短軸長が80μmの楕円形で設計した。連結部の幅は20μmとし、p側パッド電極31の下部は該電極より5μm大きい半径とした。透光性電極は発光領域表面のほぼ全面に形成した。

(素子作製及び評価)実施例1と同じ層構造の結晶成長を行い、ランプ化まで行った。その結果、発光出力は16.2mWであった。

【0034】[実施例4]

(素子設計)図5に記載のように、8個の円柱状の発光領域を備える発光素子を設計した。素子は一辺が350μm(L)の正方形とし、n側パッド電極4の半径R1を50μmとした。p側パッド電極は何処に位置しても良いが、ここでは中央に置いた。発光領域2Cは半径40μmとし、8個を基盤の目状に配し、連結領域2b

*に切り換えて室温近くまで冷却した。MOVPE炉から基板を取り出し、通常のフォトリソグラフィ技術(リフトオフ技術)、電子ビーム蒸着技術を用いて、Ni/Auから構成されるp側透光性電極を形成した。次に、リアクティブイオンエッチング(RIE)に耐性のあるフォトレジストを用いて、p側透光性電極領域を含んだほぼ円形のパターンを形成し、RIE装置にて1μmのエッチングを行った。n側及びp側のワイヤーボンディング用パッド電極はTi/Al薄膜で同時に形成した。

【0029】得られたチップを、エポキシ系樹脂を使ってLEDランプに加工し、発光出力の比較を行った。得られた結果を下表に纏めて示す。

【0030】

【表1】

(幅20μm)で電氣的に結合している。但し、p側パッド電極の形成された発光領域のみ半径50μmとした。

(素子作製及び評価)実施例1と同じ層構造の結晶成長を行い、ランプ化まで行った。その結果、発光出力は19.5mWであった。

【0035】

【発明の効果】以上説明した通りの本発明の半導体発光素子によれば、発光領域の端面において発光光が反射される確率は低くなり大部分が外部へ放出されることから、結果として光の取り出し効率が良好となる。従って、本発明にかかる素子構造を採用することによりLDやLEDの高出力化が達成でき、例えば照明用途として実用化し得るLED光源を提供することができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる発光素子の発光状態を説明するための斜視図である。

【図2】本発明にかかる発光素子の一実施例を示す斜視図である。

【図3】本発明にかかる発光素子の他の実施例を示す平面図である。

【図4】本発明にかかる発光素子の他の実施例を示す平面図である。

【図5】本発明にかかる発光素子の他の実施例を示す平面図である。

【図6】従来の発光素子の発光状態を説明するための斜視図である。

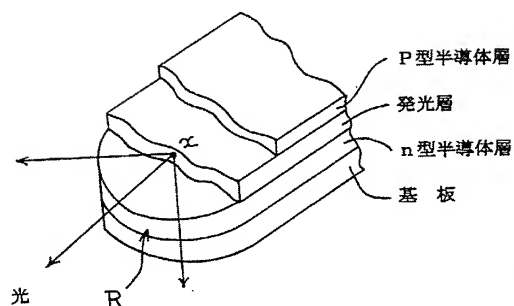
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 発光領域
- 20 発光層
- 21 第1導電型の半導体層

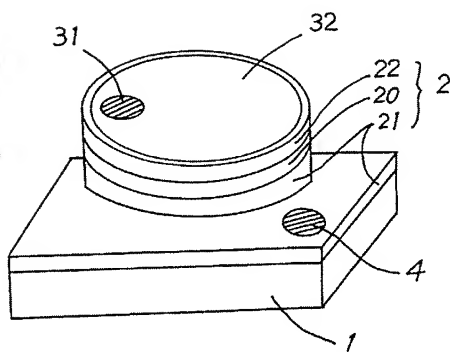
- 22 第2導電型の半導体層
31 ワイヤーボンディング電極

- 32 透明電極
4 ワイヤーボンディング電極

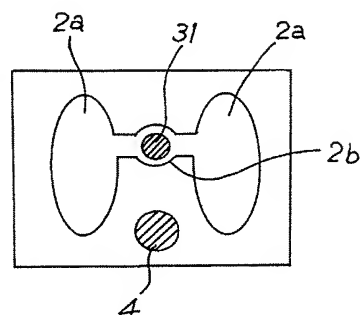
【図1】



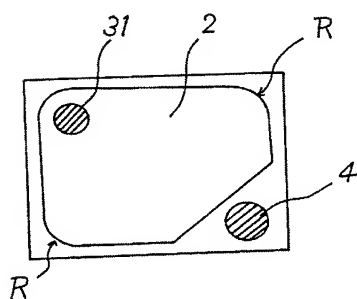
【図2】



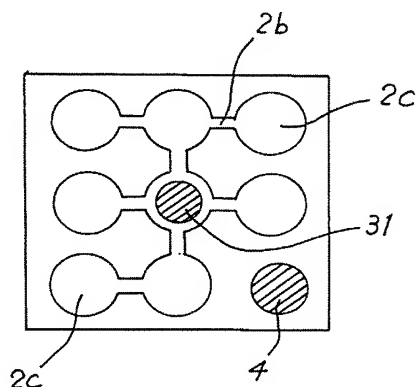
【図4】



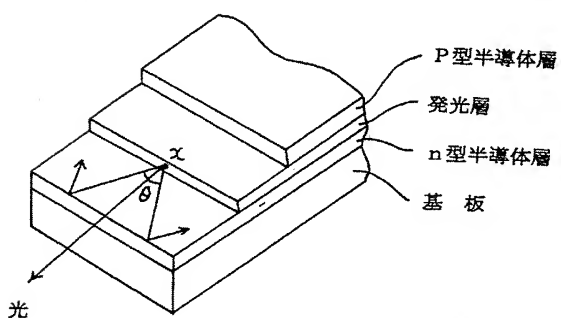
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72) 発明者 大内 洋一郎
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 常川 高志
兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線
工業株式会社伊丹製作所内

F ターム(参考) 5F041 AA03 CA05 CA12 CA14 CA34
CA40 CA46 CA57 CA65 CA74
CA82 CA88 CA92 DA07 DA44
FF11
5F073 AA74 CA07 DA25